



TRAKSI

MAJALAH ILMIAH TEKNIK MESIN

DAFTAR ISI

PENGANTAR REDAKSI

DAFTAR ISI

- **Dampak Pemakaian Turbocharge Pada Komponen Penghasil Tenaga**
Ireng Sigit A 46 – 52

- **Unjuk Kerja Catalytic Converter Tembaga (Cu) Pada Saluran Gas Buang Kendaraan Bermotor Untuk Mereduksi Gas Buang Carbon Monoksida**
RM. Bagus Irawan..... 53 – 62

- **Studi Karakteristik Sistem Propulsi Untuk Penggerak Kapal Ikan Ukuran Besar**
Kiryanto..... 63 – 75

- **Pengaruh Waktu Tahan *Solid Carburizing* Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Permukaan Baja Karbon Rendah**
Pramuko I. Purboputro 76 – 84

- **Penggunaan Statistik Untuk Pengendalian Kualitas Produk**
Purnomo 85 – 89

DAMPAK PEMAKAIAAN TURBOCHARGE PADA KOMPONEN PENGHASIL TENAGA

Ireng Sigit A*)

Abstrak

Dalam mengantisipasi kebutuhan alat transportasi yang handal diperlukan dengan daya yang besar namun efisien. Daya yang besar biasanya identik dengan bahan bakar yang boros, oleh sebab itu perlu dipasang alat peningkat daya namun tetap hemat bahan bakar.

Untuk menjawab tantangan tersebut banyak mesin kendaraan dipasang turbocharge. Pemasangan turbocharge akan menaikkan tekanan awal kompresi, yang pada akhirnya akan menaikkan tekanan kompresi dan pembakaran menjadi lebih sempurna.

Dengan naiknya tekanan pembakaran, maka gaya yang diterima oleh komponen penghasil tenaga menjadi lebih besar, yang pada akhirnya menuntut dimensi dan bahan yang besar.

Kata Kunci : Turbocharge

PENDAHULUAN

Dewasa ini banyak dilakukan usaha-usaha untuk meminimalkan kerugian-kerugian dari mesin konversi energi. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan efisiensi dari suatu mesin konversi. Sebagai misal penggunaan sumber energi lain sebagai sumber tenaga. Penggunaan sumber energi selain bahan bakar minyak merupakan hal yang sudah banyak diusahakan di berbagai negara sehubungan dengan berkurangnya sumber minyak bumi.

Pada sumber energi minyak matahari misalnya dipakai foto cell yang mempunyai daya serap elektron yang besar dan pada motor dimanfaatkannya energi gas buang untuk penggerak rem serta penggerak turbin. Sebagai salah satu penerapan konversi energi yang digunakan untuk sarana angkutan adalah motor yang mengubah energi panas bahan bakar menjadi energi mekanik.

Motor mulai diperkenalkan pada awal abad 19 tepatnya tahun 1862 oleh Beau De Rochas yang kemudian disempurnakan oleh Nicholas Otto yang sampai sekarang dikenal dengan motor bensin. Dari penemuan- penemuan terdahulu kemudian dikembangkan pula suatu motor diesel oleh Rudolf Diesel.

Namun motor yang saat ini digunakan sudah mengalami penyempurnaan , dan sekitar tahun seribu sembilan ratus tujuh puluhan mulai dikembangkan system cyclone yaitu memanfaatkan kembali sisa gas pembakaran untuk untuk menggerakkan turbin. Kemudian turbin tersebut digunakan untuk menggerakkan kompresor yang bertujuan untuk meningkatkan jumlah dan tekanan udara yang masuk ke dalam silinder motor. Dengan demikian jumlah bahan bakar yang dimasukkan ke dalam silinder dapat terbakar lebih sempurna sehingga daya motor akan meningkat.

Hal ini dapat sedikit menurunkan kerugian- kerugian panas hasil pembakaran bahan bakar sebesar 8% sampai 10% (Motor diesel putaran tinggi oleh Wiranto Aris Munandar dan Koichi Tsuda).

Dengan naiknya tekanan udara yang masuk kedalam silinder maka akan berpengaruh pada tekanan efektif rata-rata siklus. Yang pada akhirnya akan berpengaruh pada peningkatan tenaga motor namun komponen-komponen mesin harus dibuat lebih besar agar mampu mengatasi beban yang besar.

* Staf Pengajar PSD III Jurusan Mesin UNDIP

Pengertian Supercharge

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan daya angkut dan kecepatan kendaraan di era modern ini dibutuhkan kendaraan dengan mesin yang mempunyai kemampuan besar tanpa memperbesar ukuran dan berat kendaraan. Hal tersebut juga dibutuhkan bagi kendaraan yang dioperasikan di daerah pegunungan dimana semakin tinggi dari permukaan laut, semakin rendah tekanan udaranya.

Dengan menurunnya tekanan udara ini akan berakibat pada turunnya kemampuan mesin. Peralatan khusus biasanya dipasang pada kendaraan dengan harapan dapat meningkatkan kemampuan mesin. Biasanya peningkatan daya dilakukan dengan memperbesar ukuran diameter silinder dan langkah piston. Dari formula daya motor yang ditentukan oleh volume dari silinder :

$$N_1 = \frac{n \cdot H_1 \cdot \eta_i}{30 \tau \cdot a_{ih} \cdot \alpha} \eta_v \cdot \eta_{mech} \cdot P_{com}$$

Dalam hal ini peningkatan daya dapat dilakukan dengan meningkatkan putaran mesin atau tekanan rata rata :

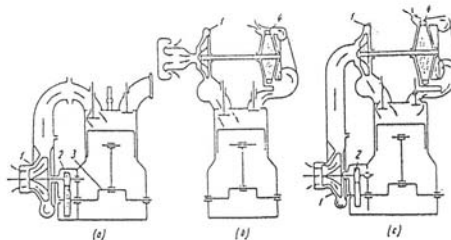
$$P_b = \frac{H_1 \cdot \eta_i}{a_{ih} \cdot \alpha} \eta_v \cdot \eta_{mech} \cdot P_{com}$$

Namun langkah menaikkan putaran mesin tidak diijinkan sebab kecepatan rata-rata piston dibatasi hal ini untuk memperpanjang umur motor.

Dari berbagai variabel tekanan rata-rata efektif yang paling berpengaruh dan memberikan kenaikan daya yang besar adalah P_{com} . Kerapatan udara P_{com} dapat ditingkatkan dengan menaikkan tekanan udara atau campuran udara bahan bakar yang masuk ke dalam silinder. cara seperti ini disebut dengan supercharge (memperbesar jumlah udara yang masuk).

Sistem Supercharge

Dalam dunia otomotif dikenal tiga buah sistem supercharge yaitu kompresor yang digerakkan langsung oleh motor (dihubungkan langsung dengan poros engkol motor) dan kompresor yang digerakkan oleh gas sisa pembakaran melalui turbin dan gabungan dari keduanya seperti terlihat pada gambar 1

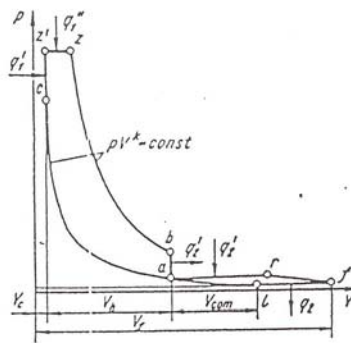


Gambar 1. Sistem penggerak Supercharge

Pada sistem diatas udara sebelum masuk ke dalam silinder didinginkan terlebih dahulu dengan harapan nilai dari perbandingan tekanan dari kompresor :

$$\Sigma_{com} = \frac{P_{com}}{P_0} > 2$$

Pada motor penggunaan supercharge akan mengakibatkan tekanan pada material: sisten pemroduk tenaga seperti piston, connecting rod dan poros engkol. Disamping itu pada motor bensin dibatasi agar tidak mendorong terjadinya detonasi. Dan dalam hal ini akan dapat menurunkan perbandingan kompresi artinya dengan perbandingan kompresi yang rendah sudah mampu mencapai tekanan rata- rata efektif yang besar. Dan daya yang dihasilkan cukup besar serta cukup untuk menggerakkan kompresor karena daya yang dibutuhkan kompresor sangat kecil yaitu sebanding dengan banyaknya udara yang dialirkan tiap menit (Gs). Secara umum daya kompresor dihitung dengan rumus:



Gambar 3 . Siklus kombinasi dengan ekspansi kontinyu dan tekanan gas konstan sebelum penggantian turbin dan panas

Komponen dari sistem turbocharge sangat sederhana dan massa keseluruhan tidak lebih dari 8% berat motornya sendiri dan dengan menggunakan turbocharge ini daya motor akan meningkat kurang lebih 50%.

PENGARUH PENINGKATAN TEKANAN AWAL PADA KOMPONEN UTAMA MOTOR Komponen Piston

Dengan menggunakan turbocharge maka tekanan udara masuk ke ruang silinder akan lebih tinggi dibanding tanpa supercharge akibatnya tekanan akhir kompresi juga lebih tinggi. Pada akhirnya akan menaikkan tekanan pembakaran serta menaikkan tekanan rata - rata walaupun jumlah bahan bakar yang diisap tetap.

Besarnya kenaikan tekanan akibat pembakaran pada suatu motor berkisar 1,4 sampai dengan 2,0 (M. Khovakh, Motor Vehicle Engine).

Apabila tekanan awal kompresi menjadi P_{com} akibat penggunaan turbocharge maka tekanan akhir kompresinya menjadi $P_{c com}$ dimana nilainya ditentukan dengan formula :

$$P_{c com} = P_{com} \cdot (\epsilon)^{k-1}$$

dimana ϵ = perbandingan kompresi

k = koefisien adiabatik

karena P_{com} lebih besar dibanding dengan P_a (tekanan awal kompresi tanpa turbocharge), maka tekanan akhir kompresinyapun menjadi besar.

Dengan terjadinya pembakaran bahan bakar tekanan akhir pembakaran menjadi P_z . Akibatnya gaya yang diterima komponen motor menjadi lebih besar, hal ini menuntut konsekuensi material komponen harus memiliki kekuatan yang lebih besar atau dimensinya diperbesar.

Berdasarkan pengertian diatas besarnya tegangan yang terjadi pada piston menjadi

$$\tau_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$M_b = \frac{D^3}{12} - \frac{D^2 D_i}{8} P_z$$

$$W_b = 1/6 D \delta^2$$

dimana :

D = diameter luar piston cm

Di = diameter dalam piston cm

δ = tebal piston bagian atas cm

Pz com = Tekanan akhir pembakaran Kg/cm²

Pena Piston

Pena piston ini juga menerima beban dari tekanan pembakaran karena pena piston ini berfungsi untuk meneruskan gaya pembakaran ke poros engkol. Akhirnya akan mempengaruhi dimensi maupun bahan dari pena piston Adapun besarnya tegangan yang terjadi pada pena piston dihitung berdasarkan formula :

$$\tau_b = \frac{M_{\max}}{W_b}$$

$$M_{\max} = \frac{P_z}{2} \left(\frac{L}{2} - \frac{b_b}{4} \right)$$

$$W_b = \frac{\pi}{32} \left(\frac{d_{ex}^4 - d_{in}^4}{d_{ex}} \right)$$

dimana :

L = jarak pusat gaya yang bekerja pada pena piston

bb = lebar bantalan pada batang penggerak

d_{ex} = diameter luar pena torak

d_{in} = diameter dalam pena torak

Dengan nilai Pz yang lebih besar maka dimensi diameter pena harus lebih besar dan lebih kuat.

Poros Engkol

Poros engkol berfungsi untuk merubah gerak translasi menjadi gerak rotasi. Oleh karena itu poros engkol ini menerima beban kombinasi yaitu beban puntiran dan beban bengkokan. Besarnya gaya yang diterima poros engkol ditunjukkan dalam gambar 4. Namun dari kedua beban tersebut gaya yang terbesar diterima poros engkol adalah beban bengkokan. Sedangkan bengkokan yang terjadi merupakan kombinasi dari gaya tangensial (Pt) dan gaya radial (Pr).

Dari kedua gaya tersebut beban bengkokan kombinasi yang diterima poros engkol dihitung dengan formula :

$$\Sigma M_b = \sqrt{(M_{bt})^2 + (M_{br})^2}$$

$$M_{bt} = \frac{P_t}{2} \frac{L_{mj}}{2}$$

$$M_{br} = \frac{P_r}{2} \frac{L_{mj}}{2}$$

Besarnya tegangan bengkokan terjadi adalah :

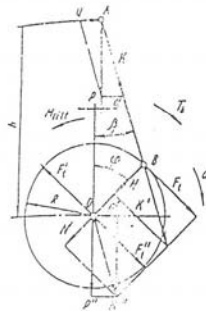
$$\tau_b = \frac{\sqrt{(M_{bt})^2 + (M_{br})^2}}{\pi / 32 \cdot D_{mj}^3}$$

Sedangkan besarnya tegangan puntir yang terjadi :

$$\tau_p = \frac{P_r \cdot r}{\pi / 16 \cdot D_{mj}^3}$$

Dengan demikian besarnya tegangan kombinasi yang diterima poros engkol :

$$\tau_{comb} = \sqrt{(\tau_b)^2 + 4(\tau_p)^2}$$



Gambar 4. Gaya yang bekerja pada poros engkol

KESIMPULAN

Dari pembahasan penggunaan turbocharge diatas dapat disimpulkan :

1. Untuk meningkatkan daya motor tanpa meningkatkan perbandingan kompresi maka perlu dipakai turbocharge.
2. Penggunaan torbocharge ini dapat meningkatkan daya motor sampai 50% walaupun tanpa menambah konsumsi bahan bakar.

3. Tekanan kompresi bisa menjadi lebih tinggi karena tekanan awal kompresinya dinaikkan dengan pemakaian turbocharge.
4. Dengan naiknya tekanan kompresi maka tekanan akhir pembakaran akan naik pula.
5. Untuk mengantisipasi tekanan pembakaran yang tinggi maka perlu dirancang komponen dengan ukuran lebih besar atau bahan yang lebih kuat.
6. Untuk mempertahankan berat mesin tiap satuan daya perlu dipilih material yang memiliki kekuatan besar sehingga dimensi komponennya tetap.

DAFTAR PUSTAKA

1. Khovak.M dkk, 1979, Motor Vehicle Engine, Mir Publisher Moscow
2. M. Morin dkk, 1976, Motor Vehicles, Mir Publisher Moscow
3. Wiranto Ari M,1990, Motor Diesel Putaran Tinggi, Pradnya Paramita Jakarta